

09/830879

PCT/JP 00/06189

JP 00/6189 日本国特許庁 11.09.00  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

#3  
Hw  
8-7-01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 9月 9日

REC'D 27 OCT 2000

WIPO PCT

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第255219号

出願人  
Applicant(s):

アネルバ株式会社

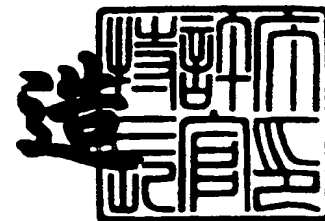
# PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3083155

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P99033  
【提出日】 平成11年 9月 9日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 C23C 16/50

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

【氏名】 上田 仁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

【氏名】 高木 朋子

【特許出願人】

【識別番号】 000227294

【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号

【氏名又は名称】 アネルバ株式会社

【代表者】 今村 有孝

【代理人】

【識別番号】 100094020

【弁理士】

【氏名又は名称】 田宮 寛祉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007766

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9104569

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマCVD装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器内に配置された誘導結合型の電極を備えるプラズマCVD装置において、

前記電極は線状導体をその中央部で折り返して形成され、前記電極の全長は励振波長の半分の自然数倍となるように定められ、前記電極の端部から高周波が給電され、前記電極に立つ定在波の節が折返し点に一致することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】 前記電極はU字型の形状に形成されることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

【請求項3】 U字型の前記電極の一端に高周波電源を接続し、前記電極の他端はアースされることを特徴とする請求項2記載のプラズマCVD装置。

【請求項4】 前記電極における前記折り返された部分の長さは、前記高周波の波長の半分と実質的に等しいことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項5】 前記電極は、前記反応容器内に複数層からなる層構造で配置され、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、前記複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項6】 反応容器内に配置された誘導結合型の複数の電極を備えるプラズマCVD装置において、

複数の前記電極の各々は、線状導体をその中央部で折り返してU字型の形状に形成され、かつ前記折り返し部分のそれぞれが平行になりかつ一つの平面に含まれるように並べて設けられ、複数の前記電極の各々の端部から高周波が給電されることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項7】 複数の前記電極のそれぞれの折り返された部分の長さは前記折り返された部分で定在波が立つように定められ、複数の前記電極のそれぞれに対し前記高周波を給電するとき前記折り返された部分で立つ前記定在波が隣り合

うもの同士で揃うように生成されることを特徴とする請求項 6 記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 8】 一つの平面内で並べて設けられた複数の前記電極を一つの電極ユニットとして、前記反応容器内に複数の前記電極ユニットが層構造で配置され、複数層の前記電極ユニットの間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、前記複数の成膜実施領域のそれぞれにおいて基板成膜が行われることを特徴とする請求項 6 または 7 記載のプラズマ CVD 装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は内部電極方式でかつ誘導結合型のプラズマ CVD 装置に関し、特に、大面積の基板上に太陽電池や薄膜トランジスタなどに利用されるアモルファスシリコン薄膜を形成するのに適したプラズマ CVD 装置の電極の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

内部電極式プラズマ CVD 装置の電極構造には、従来、平行平板型の構造と誘導結合型の構造がある。

【0003】

平行平板型の電極によれば、成膜速度の上昇と膜特性の向上のために高周波の周波数を上げようとする、放電が不均一になるという問題が生じる。この原因は、電極板上に定在波が生じ電力供給が不均一になること、アースへの帰還電流による電圧発生で望ましくない所にプラズマが発生することにある。また大面積の基板を成膜すべく電極板を大型化すると、基板ホルダをアース電極として機能させることから基板の裏板が必須となり、かつこの裏板と基板の間の隙間を均一に保つことが難しいという問題を提起する。また裏板の取扱いが全般的に難しくなる。このように平行平板型電極は大面積基板の成膜には適さない。

【0004】

上記の平行平板型電極に対して、誘導結合型電極は、かかる問題が生ぜず、内

部電極式プラズマCVD装置による大面積基板の成膜に適している。

## 【0005】

面積の大きい大型基板にアモルファスシリコン薄膜を堆積させて太陽電池等を作る従来のプラズマCVD装置であって、内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD装置としては、例えば特開平4-236781号公報に開示された装置が知られている。このプラズマCVD装置では、放電用電極は、梯子形態を有する平面形コイルで形成され、基板に対して平行に設置されている。梯子型の平面形コイルは導電性線材で形成されている。材料ガスの導入は反応容器の一箇所に設けた反応ガス導入管で行われ、反応容器内の排気は反応容器の一箇所に設けた排気管で行われている。かかる平面形コイルによって電界の強度を高め、電界の均一性を良好にしている。さらに同様な従来のプラズマCVD装置としては、例えば特許第2785442号公報に開示される装置を挙げることができる。このプラズマCVD装置において、基板に対面して配置される電極には、1本の導電性線材をジグザグになるように多数回折曲げて形成された平面コイル電極が使用されている。かかる形態を有する電極には、その両端部に、高周波電源からの高周波電圧が印加されている。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記の誘導結合型電極について、特開平4-236781号に基づく梯子形態を有する平面形コイル電極は、電流経路が均一にならず、電極上の場所に応じてインピーダンスが異なり、通電量が異なるので、基板上に付着する膜の量も場所に応じて不均一になり、大面積基板上に均一な膜を成膜できないという問題を提起する。また特許第2785442号に基づくジグザグ形状の平面形コイル電極は、1本の長い導電性線材を折り曲げて作られており、その一端から高周波を給電するように構成されているので、給電状態が悪く、さらに可能な限り定在波が立たないように設計しているが、構成上、望ましくない所に定在波が立つのを避けることができず、成膜に支障を生じる。すなわち、電極上で意図しない定在波が生じ、この定在波がプラズマの分布を不良にし、成膜条件を悪くする。

## 【0007】

本発明の目的は、上記の問題を解決することにより、内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD装置において定在波を制御可能な状態で積極的に活用し、プラズマの分布を良好に制御し、大面積基板の成膜に適したプラズマCVD装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用】

本発明に係るプラズマCVD装置は、上記目的を達成するため、次のように構成される。

【0009】

本発明に係るプラズマCVD装置は、反応容器内に配置された誘導結合型の電極を備えるように構成され、さらに、電極は線状導体をその中央部で折り返して形成され、電極の全長は励振波長の半分の自然数倍となるように定められ、さらに電極の端部から高周波が給電され、電極に立つ定在波の節が折返し点に一致するように構成される。かかる構成の電極に対して高周波を給電すると、電極の折り返された部分のそれぞれには定在波が立ち、かつ各折返し部分の定在波が揃うように生成される。電極の折り返された部分で立つ定在波が揃うとは、各定在波の位相が一致し、互いに強め合うことを意味する。

上記のごとく内部電極方式でかつ誘導結合型のプラズマCVD装置において、電極に折返し部を設け、当該折返し部で定在波を積極的に生じさせ、かつ定在波の位相を一致させることにより、定在波が互いに打ち消し合って消滅する領域をなくし、均一な密度を有する良好なプラズマを生成するようにした。

上記の構成において、好ましくは、電極はU字型の形状に形成され、高周波はU字型の電極の端部から給電される。U字型電極の折返しで形成された二つの直線部の各々に位相が揃った定在波が作られ、さらに電極の端部から高周波が供給されることによって、各直線部に生じた定在波の位相が、定在波が同一方向に向くように、一致させられる。定在波のかかる関係によって位相が互いに打ち消し合うことが妨げられ、プラズマ密度が低下する領域が生じるのを防止できる。

上記の構成において、U字型の電極の一端に高周波電源を接続し、電極の他端はアースされるように構成される。電極は、上記反応容器である真空容器の内部

に配置されるので、電極の一端は真空容器の壁部に設けた接続部を介して高周波電源の給電線に接続される。また電極の他端は、真空容器が本来的にアースされているので、真空容器に電氣的に接続される。

上記の構成において、さらに好ましくは、電極における折り返された部分の長さは、高周波の波長の半分と実質的に等しいことを特徴とする。本発明による電極では、電極の折り返された部分に定在波を立てるように構成されるため、寸法的にかかる条件を満たすように設計される。

上記の構成において、プラズマ C V D 装置における電極の配置構造に関しては、反応容器内に複数層からなる層構造で配置されることが好ましい。この構造によれば、複数層の電極の間の空間を利用して複数の成膜実施領域が作られ、複数の成膜実施領域のそれぞれで基板成膜を行うことができる。

さらに本発明に係るプラズマ C V D 装置によれば、反応容器内に配置された誘導結合型の複数の電極を備えるように構成され、さらに、複数の電極の各々は、線状導体をその中央部で折り返して U 字型の形状に形成され、かつ折返し部分のそれぞれが平行になりかつ一つの平面に含まれるように並べて設けられ、複数の電極の各々の端部から高周波が給電されるように構成される。前述の U 字型電極を基本として、これを一平面内に平行に並べることにより、例えば大型矩形の大面积基板に対応させ、当該大面积基板へのプラズマ C V D による成膜を行うことができる。

上記の構成において、複数の電極のそれぞれの折り返された部分の長さは折り返された部分で定在波が立つように定められ、複数の電極のそれぞれに対し高周波を給電するとき折り返された部分で立つ定在波が隣り合うもの同士で揃うように生成されるように構成される。本発明による構成でも、複数の U 字型電極の各々にその端部から同じ条件の高周波を給電することで、複数の電極の各々の直線部に生じる定在波の位相を一致させ、隣り合うもの同士の定在波が揃うようにしている。

上記の構成において、さらに好ましくは、一つの平面内で並べて設けられた複数の電極を一つの電極ユニットとして、反応容器内に複数の電極ユニットが層構造で配置され、複数層の電極ユニットの間の空間を利用して複数の成膜実施領域

が作られ、複数の成膜実施領域のそれぞれで基板成膜を行うことができ、例えば複数の大型基板を同時に成膜するように構成される。大型基板の成膜においても、層構造を採用して同時成膜を行い、スループットを高めることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0011】

図1と図2を参照して本発明の基本的な実施形態を説明する。図1は内部電極式の誘導結合型プラズマCVD装置の内部構造を示す正面図、図2は内部構造の側面図を示す。

【0012】

11は成膜チャンバである。成膜チャンバ11は、基板に対してプラズマCVDによる成膜が行われる反応容器であって、内部に所要の真空状態が作られる真空容器である。成膜チャンバ11において例えば縦置き状態にて一つの電極12が配置されている。この電極12に高周波電力が供給され、アンテナとしての機能を有する。電極12は、所要の長さを有する線状導体（導電性線状部材）を、その中央部（折返し点）を基準にして一つの平面内に含まれるように折り返し、正面形状が実質的にU字型の形状となるように形成されている。この実施形態では、電極12は、例えば、湾曲した折曲げ部を上側にし、開いた端部を下側にし、垂直に配置されている。なお折曲げ部を下側にし、端部を上側にして配置することも可能である。電極を支持する構造の図示は省略されているが、任意の支持構造を採用することができる。線状導体を二つ折りにすることによってU字型電極12が形成され、その半分の長さは、中心点12aと端部の間の長さとして図中L3で示されている。長さL3の部分は、電極12における折り返された部分（折返し部）の長さであり、定在波を生じさせる単位となる部分である。電極12の折返し部の直線部分は好ましくは平行である。電極12では、一方の端部12bに対して所要の高周波電力が供給される。高周波電力を供給する高周波電源13は成膜チャンバ11の外側に設けられている。高周波電源13からの給電線14は、成膜チャンバ11に設けられた接続部15を経由して成膜チャンバ11

の内部に引き込まれ、電極 1 2 の一方の端部 1 2 b に接続され、もって電極 1 2 に高周波電力が供給される。接続部 1 5 は、給電線が成膜チャンバ 1 1 の壁部を貫通するフィードスルー構造を内蔵している。電極 1 2 の端部 1 2 b は給電点となる。電極 1 2 の他方の端部 1 2 c は成膜チャンバ 1 1 に電氣的に接続されている。成膜チャンバ 1 1 は導電性部材（金属）で作られ、かつアースされることによりアース電位に保持されている。従って電極 1 2 の他方の端部 1 2 c はアースされることになる。高周波電源 1 3 の他方の線 1 3 a はアースされている。U 字型の電極 1 2 の両端部の間に高周波電源 1 3 によって従来において利用されていた通常の高周波（例えば 1 3 . 5 6 M H z）よりも高い周波数の高周波が給電される。ここで利用される高い高周波は、例えば 7 0 M H z あるいはそれ以上の周波数を有する高周波である。

#### 【0 0 1 3】

上記電極 1 2 に対して、その片方の側に、当該電極が含まれる平面に平行な状態で例えば 1 枚の裏板 1 6 が配置される。この裏板 1 6 における電極側の面には例えば 4 枚の円形の基板 1 7 が配置されている。裏板 1 6 はヒータを内蔵する基板ホルダとしての機能を有している。また裏板 1 6 において 4 枚の基板 1 7 は、U 字型の電極 1 2 の長さ方向に沿って並べられている。図 1 に示されるごとく、この実施形態では、4 枚の基板 1 7 は U 字型電極 1 2 の幅を形成する空間の箇所に対応して存在するように配置されている。

#### 【0 0 1 4】

本実施形態によるプラズマ C V D 装置は、平行平板型電極とは異なり、誘導結合型電極であるので、上記の裏板（バックングプレート）は必ずしも必要ではない。ただし基板温度の均一性の向上や、ヒータパネルからの電磁界の遮蔽のために裏板を使用することは好ましい。図 1 と図 2 に示すプラズマ C V D 装置では、材料ガス供給機構、排気機構（真空ポンプ）、基板ホルダ、基板加熱機構（ヒータ）の詳細な構造、基板冷却機構等の図示が省略されている。

#### 【0 0 1 5】

電極 1 2 に使用される線状導体は例えば丸棒状で、材質的にはステンレスやアルミ等の金属材料が使用される。電極 1 2 が丸棒状の場合、直径は例えば 5 m m

以上である。図1では、二つ折りによって得られる直線部の長さ $L_1$ と、2つの折返し部の間の長さ $L_2$ の関係について、説明の便宜上長さ $L_2$ が誇張して実際よりも大きく描かれているが、実際上好ましい実施例としては $L_1$ は例えば75 cm $\sim$ 2.0 m、 $L_2$ は例えば約8 cmである。従って、電極12の上側の折曲げ部の湾曲の程度も、実際の電極では、図示される程は大きくはない。図1では、電極の折返し部の長さとして、直線部の長さ $L_1$ と、折曲げ部の半分を含めた長さ $L_3$ が示されているが、折曲げ部は直線部の長さに比較してかなり小さいものであるから、長さ $L_1$ と長さ $L_3$ は実際上実質的に同一と考えることができる。長さ $L_1$ については、実際のところ、成膜すべき基板の大きさに応じて決められると共に、定在波を生じせしめるため必要な長さとして設定されるので、供給される高周波の周波数との関係で決められる。例えば周波数が120 MHzのときには $L_1$ は1.25 mとなる。

## 【0016】

また電極12における折返し部の長さ $L_1$ （または長さ $L_3$ ）は、供給される高周波の周波数が $f$ 、光速を $c$ 、波長を $\lambda$ とすると、 $L_1 = c / 2f = \lambda / 2$ で求められる。従って $L_1$ は高周波の波長の半分と実質的に等しくなり、また電極12の全体の長さは実質的に $\lambda$ となる。周波数120 MHzよりも小さくなると、長さ $L_1$ は1.25 mよりも大きくなり、成膜チャンバ11の内部に設けることができない場合も生じる。このような場合には、例えば同軸ケーブル構造を電極12の端部に付加して電磁波に関する遅波構造を設け、これにより $L_1$ の長さを小さくすることが可能となる。このようにして、前述のごとく $L_1$ は好ましくは75 cm $\sim$ 1.25 mの範囲に設定される。 $L_1$ 、 $L_2$ の長さは、目的に応じて任意に変更することが可能である。

## 【0017】

上記のごとき形状を有する電極12によれば、高周波電源13から高周波を給電すると、折り返しで形成された部分、すなわち長さ $L_1$ を有する二つの直線部で定在波を生じさせることが可能となる。換言すると、電極12における二つの平行な直線部で積極的に定在波を立たせるように、電極12の形状および寸法が設計され、かつ、電極12に供給される高周波の周波数が決定されている。さら

に、高周波電源 13 から U 字型の電極 12 へ高周波を給電するにあたって、給電点を一方の端部 12b とし、他方の端部 12c をアースに接続するようにした。これによって、電極 12 には 1 波長分の定在波が生じ、かつ電極 12 における二つの直線部で立つ定在波が常に同一の方向に向かうように揃って生じさせることが可能となり、二つの直線部で立つ定在波が、打消し合うことなく、互いに強め合うように生成される。すなわち、二つの直線部で立つ定在波は、その位相が一致するように設定されている。その結果、電極 12 の二つの直線部の周囲において、プラズマが弱められる箇所が生ぜず、かつ密度が均一なプラズマを生成することができる。

## 【0018】

上記のごとき電極 12 を備えた成膜チャンバ 11 によれば、成膜チャンバ 11 の内部が真空ポンプによって所要の真空状態に排気され、材料ガス等が導入され、さらに電極 12 に端部 12b から例えば 100MHz の高周波が給電されると、二つの直線部に同じ位相の定在波が立ち、U 字型電極 12 の周囲空間には均一なプラズマ 18 が生成される。裏板 16 の上に設けられた 4 枚の丸形基板 17 にはプラズマ CVD の作用によって成膜が行われる。U 字型電極 12 には、電極 12 の中央に位置する給電点 12a を基準にして各半部、すなわち前述した二つの直線部の各々に定在波が生じ、この定在波は、プラズマの分布が良好となるようにプラズマ 18 を制御する。特に前述のごとく電極 12 における二つの直線部に生じる定在波が位相の点で互いに打消し合うことがないように設定されているので、電極 12 の周囲空間に生成されるプラズマ 18 の密度が低下することなく、プラズマ 18 は望ましい状態に制御される。

## 【0019】

上記構成で、電極 12 の折曲げ部は、厳密には湾曲させる必要はなく、鋭角に折曲げたり、角をつけて折り曲げるようにしてもよい。また電極 12 の折返し部の直線部は厳密に平行である必要はない。また上記構成では、電極 12 を垂直方向に縦置きにしたが、電極 12 を水平の横置きにすることもできる。この場合、裏板や基板も水平な横置き状態で配置される。

## 【0020】

上記実施形態によれば、誘導結合型の電極を使用するため、容量結合型の電極に比較してプラズマ密度を上昇させやすいという利点を有する。電極の形状をU字型とし、給電点を電極の一方の端部とすることにより、各直線部に生じる定在波の相乗作用により部分的にプラズマが低下される領域が生ぜず、プラズマの不均一性が生じにくい。

## 【0021】

また上記の実施形態によれば、平行平板電極に比較して安価に製作することができ、さらに大面積の基板の成膜に適している。例えば100MHzの高周波を使用すると、高周波の波長 $\lambda$ は3mである。このため電極12の大きさは150cm(長さ)×12cm(幅)程度となり、成膜に有効な面積は120cm×10cm程度となる。図1等では、成膜対象として丸形基板を描いたが、本実施形態によるプラズマCVD装置によれば、矩形基板を成膜することがより適している。また静止対向の成膜だけではなく、大面積基板の通過成膜にも適している。上記のごとき高周波を利用した内部電極方式のプラズマCVD装置によれば、成膜中の膜へのイオン衝撃が減少し、良好な膜特性を得ることができ、大面積で、高品質の成膜を行うことが可能となる。

## 【0022】

図3を参照して本発明の他の実施形態を説明する。図3は、前述の図1と同様な図である。図3において、図1で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。この実施形態では、さらに大型の矩形基板21に対して成膜を行うのに適した構成を有する電極を備えた内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD装置を示している。矩形基板21は大面積を有し、好ましくは、太陽電池に利用される非晶質ケイ素の膜が形成されるガラス基板である。大面積の大型矩形基板21の成膜面に対応するように、プラズマ生成領域も広域に設定され、そのため電極に関する構成部分は、前述のU字型電極12と同じ電極を5つ用意して構成されている。5つの電極22A, 22B, 22C, 22D, 22Eは、矩形基板21の成膜面に平行な例えば垂直な一つの平面内に含まれるように配置され、かつ各々の直線部が互いに平行にかつ好ましくは等間隔になるように平行になるように並べて設けられている。電極22A～22Eによって構成される

電極ユニットにおいて、各電極は折曲げ部を上にし、端部を下側にしている。電極 22A～22E の各々は成膜チャンバ 11 の下壁に固定されている。各電極の一方の端部には接続部 15 が設けられ、他方の端部は成膜チャンバ 11 に接続され、アースされている。また図 3 に示した成膜チャンバ 11 は、図 1 に示した成膜チャンバに比較して、矩形基板 21 の大型化に伴って大型になるように形成されている。なお成膜チャンバ 11 は前述したようにアースされている

#### 【0023】

図 3 で示した構成では、5 つの電極 22A～22E は成膜チャンバ 11 に別々に取り付けられているが、電極ユニットとして、各電極の直線部に生じる定在波の位相が一致するという条件を満たすように構成されている。5 つの電極 22A～22E は電極ユニットとして一つの装置で構成することも可能である。

#### 【0024】

5 つの電極 22A～22E の各々には、成膜チャンバ 11 の外側に設けられた単一の高周波電源 13 から上記周波数を有する高周波が各接続部 15 を介して供給される。高周波電源 13 から電極 22A～22E のそれぞれに供給される高周波は、各電極で生じる定在波の位相が揃うように、その位相が一致するごとく設定されている。

#### 【0025】

電極 22A～22E の各々における直線部で生じる定在波は、前述の通り、位相が一致している。従って、矩形基板 21 の成膜面の前面空間では、電磁界の強弱のムラが生ぜず、均一なプラズマが生成され、大面積の矩形基板 21 に均一な膜厚の膜が形成される。各電極で生じる定在波の位相を揃えることで、膜厚の均一性が向上する。

#### 【0026】

上記の実施形態で、電極の個数は、成膜対象である基板の大きさに応じて任意に定めることができる。また使用する高周波電源の個数は一つが好ましいが、複数とすることも可能である。この場合に、前述の通り各電極に供給される高周波の位相が揃えられていることが条件である。

#### 【0027】

次に図4と図5を参照して本発明の他の実施形態を説明する。図4は成膜チャンバの内部構造を示す正面図であり、図5は当該内部構造の側面図である。これらの図において、前述の実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。この実施形態では、3つの電極32A、32B、32Cが設けられ、これら3つの電極を一組の電極ユニットとして、三層の電極ユニット33、34、35が所定間隔をあけて層構造で設けられている。電極32A～32Cの各々構成は前述の基本実施形態で説明した電極12と同じである。三層の電極ユニット33～35のそれぞれにおいて、電極32A～32Cは垂直な同一平面内に含まれかつ等間隔になるように配置されている。さらに三層の電極ユニット33～35は、それぞれが作る平面が平行になるように配置されている。電極ユニット33～35の各々の両側には矩形基板31が、各電極ユニットが作る平面に対してその成膜面が平行になるように配置されている。矩形基板31はガラス基板である。さらに図5に示されるように、成膜チャンバ11内において、最外側の矩形基板の外側にはヒータ36が配置されている。ヒータ36は、矩形基板31を所定温度に保持する。成膜チャンバ11はアースされている。

## 【0028】

上記において、電極ユニット33～35における電極32A～32Cの各々には、単一の高周波電源から接続部15を経由して高周波が供給される。電極ユニット33～35の電極32A～32Cの各々には、前述のごとく、位相が揃った定在波が生じる。電極ユニット33～35の電極32A～32Cの各々の両側には、成膜チャンバ11内が所要の真空状態に保持され、材料ガス等が導入されるという条件の下で、均一なプラズマが生成される。6枚の矩形基板31の各成膜面には、高周波（例えばRF）を利用するプラズマCVDの作用に基づいて成膜が行われる。また本実施形態の構成では、電極が誘導結合型であるので、矩形基板31をアース電位に保持するための裏板が不要となる。このことは図3で示した構成の実施形態の場合も同様である。図4と図5では、基板31のみが示されているが、実際には基板31は支持フレームで保持されている。支持フレームはサッシ（窓枠）状の形態を有している。図6の断面図に、2枚の基板31をセットで支持するサッシ状の支持フレーム37を示す。支持フレーム37の下部には

基板搬送機構 3 8 を設け、案内軌道上を移動させるように構成されている。基板 3 1 は、図 5 または図 6 において紙面に垂直な方向に搬送される。

#### 【 0 0 2 9 】

U 字型電極では電力供給端部とアース端部が同一面内に位置する形状を有し、複数の U 字型電極を並べる場合にも同一平面内に配置することができるので、図 5 に示されるごとく所定間隔をあけた層構造を利用することにより、多領域成膜装置を容易に実現することができる。このように多領域の成膜を可能することによって、多数枚の基板を同時に成膜することができ、成膜のスループットを向上することができる。さらに層構造を利用すれば、矩形基板の成膜面の表面積に対する成膜チャンバ内な体積の比が大きくなるので、熱の逃げを抑制でき、消費電力を抑制することができる。

#### 【 0 0 3 0 】

さらに上記実施形態によれば、また成膜対象である基板の裏板を省略できるので、従来では必要とされた、昇温に費やされる電力のコスト、冷却に要する冷却水のコスト、裏板の取扱いに要するランニングコスト、搬送機構への負荷による装置コストなどを、低減することができる。また裏板が設けられた従来の場合には、裏板・基板間の密着度合いの不均一や再現性に起因して膜厚の不均一や膜特性の不良という問題があったが、これらを解消することができる。

#### 【 0 0 3 1 】

図 7 に本発明の他の実施形態を示す。この実施形態では、トレイ搬送式のプラズマ CVD 装置に対して本発明に係る U 字型電極を設けた構造を示している。U 字型電極に関する構造は、ほぼ図 5 に示した構造と同じである。従って図 7 において、図 5 で示した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を示している。この実施形態では、成膜チャンバ 1 1 の下部に、トレイ式の基板支持機構 4 1 を備えた基板搬送機構 4 2 を設けている。そのため、前述の三層の層構造を有した電極ユニット 3 3 ~ 3 5 は、成膜チャンバ 1 1 の上壁に取り付けられ、成膜チャンバ 1 1 内で垂直に垂れ下がるように配置されている。その他の構造は、図 5 で説明した構造と同じである。基板支持機構 4 1 によって支持された複数の基板 3 1 は、例えば成膜が終了した後に、基板搬送機構 4 2 によって図 7 中紙面に垂直な

方向に搬送される。

【0032】

この実施形態においても、多成膜領域によって多数枚の基板を同時に成膜することができ、さらに成膜対象である基板に裏板を設ける必要がなく、上記実施形態で説明された前述の各効果が発揮される。

【0033】

前述の各実施形態において、電極の曲折部と端部に、誘電体（絶縁体）で形成されたカバーを設けて、各部分を被覆することもできる。このカバーは電極からの電磁界を遮断する電磁遮蔽部として機能する。このカバーは、電極におけるインピーダンスを調整するための要素としての機能を持たせることもできる。上記のカバーとしては例えば同軸ケーブル構造である

【0034】

前述の各実施形態では、U字型電極において、電極の全長が励振波長（ $\lambda$ ）の1倍になるように定められたが、同様な作用は、一般的に、折返し形状を有する電極であって、電極の全長を、供給される高周波の励振波長の半分の自然数倍にし、かつ、この場合において、電極の端部から高周波を給電し、電極に立つ定在波の節が電極の折返し点に一致させるようにすることによって、生じさせることができる。すなわち、電極の折返し部分の各々で位相が一致した定在波を生じさせることができる。

【0035】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように本発明によれば、内部電極式の誘導結合型電極を備えたプラズマCVD装置において、電極を、線状導体を好ましくはU字型に折り返して形成し、電極の全長を励振波長の半分の自然数倍となるように定め、その一端に高い高周波電力を給電し、電極に立つ定在波の節が折返し点に一致するようにしたため、各折返しの直線部分で位相が一致した定在波が立ち、当該定在波を積極的に活用して均一な密度のプラズマを生成することができ、これにより面積の基板に対してプラズマCVDにより良好な成膜を行うことができる。特に大面積の矩形基板への成膜に適している。さらに高い高周波を利用するために、

成膜中の膜へのイオン衝撃が減少し、良好な膜特性を得ることができる。

【0036】

本発明による電極を複数組み合わせることにより、大きな成膜領域を可能にする電極ユニットを作ることができ、大型の矩形基板の成膜にも対応することができる。

【0037】

さらに、多層の層構造で電極ユニットを構成することにより、複数枚の電極を同時に成膜するように構成したため、成膜のスループットを向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るプラズマCVD装置の基本の実施形態の内部構造を示し、電極の正面図である。

【図2】

上記の基本実施形態の内部側面図である。

【図3】

本発明の他の実施形態の内部構造を示し、電極の正面図である。

【図4】

本発明の他の実施形態の内部構造を示し、電極の正面図である。

【図5】

上記の他の実施形態の内部側面図である。

【図6】

基板を搬送する機構の一例を示す図である。

【図7】

本発明の他の実施形態の内部構造を示す側面図である。

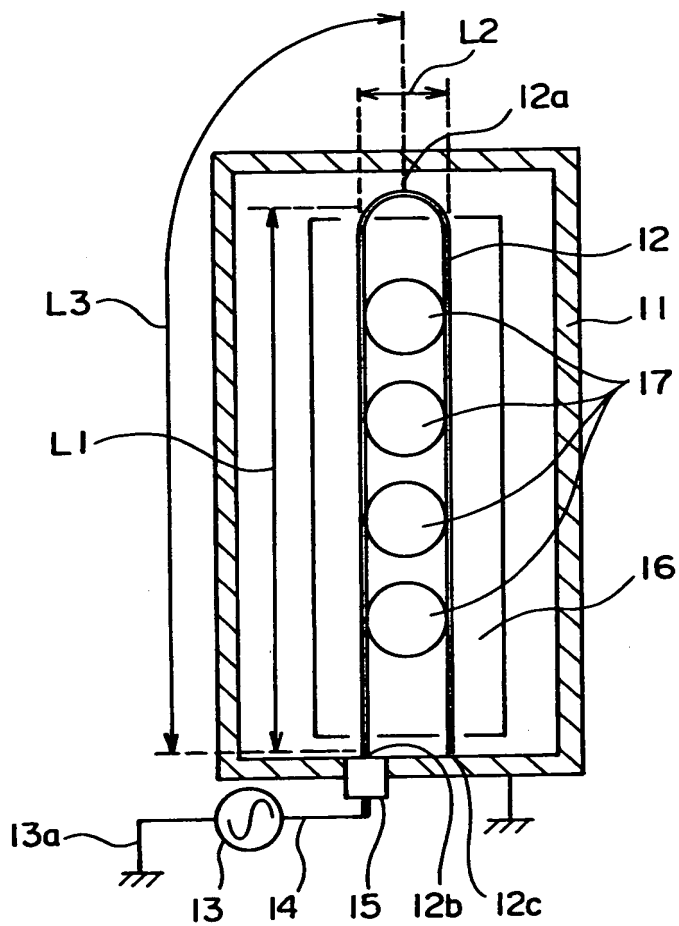
【符号の説明】

1 1	成膜チャンバ
1 2	電極
1 3	高周波電源

1 4	給電線
1 5	接続部
1 6	裏板
1 7	基板
2 1	矩形基板
2 2 A ~ 2 2 E	電極
3 1	矩形基板
3 2 A ~ 3 2 C	電極
3 3 ~ 3 5	電極ユニット
3 6	ヒータ
3 7	サッシ状支持フレーム
3 8	基板搬送機構
4 1	基板支持機構
4 2	基板搬送機構

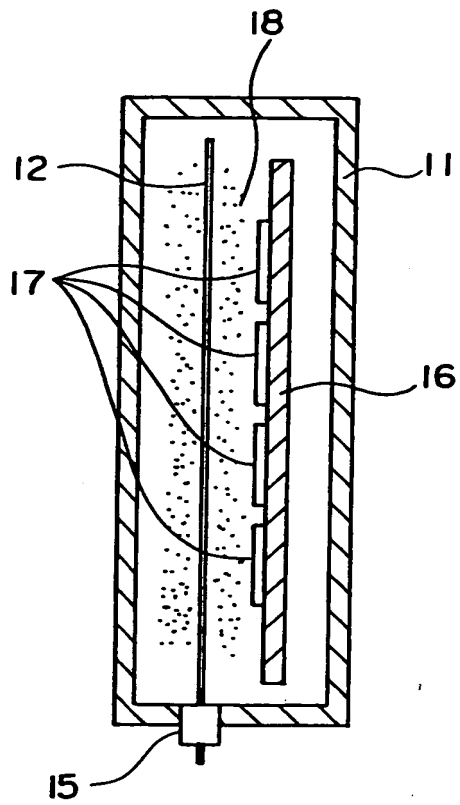
【書類名】 図面

【図 1】

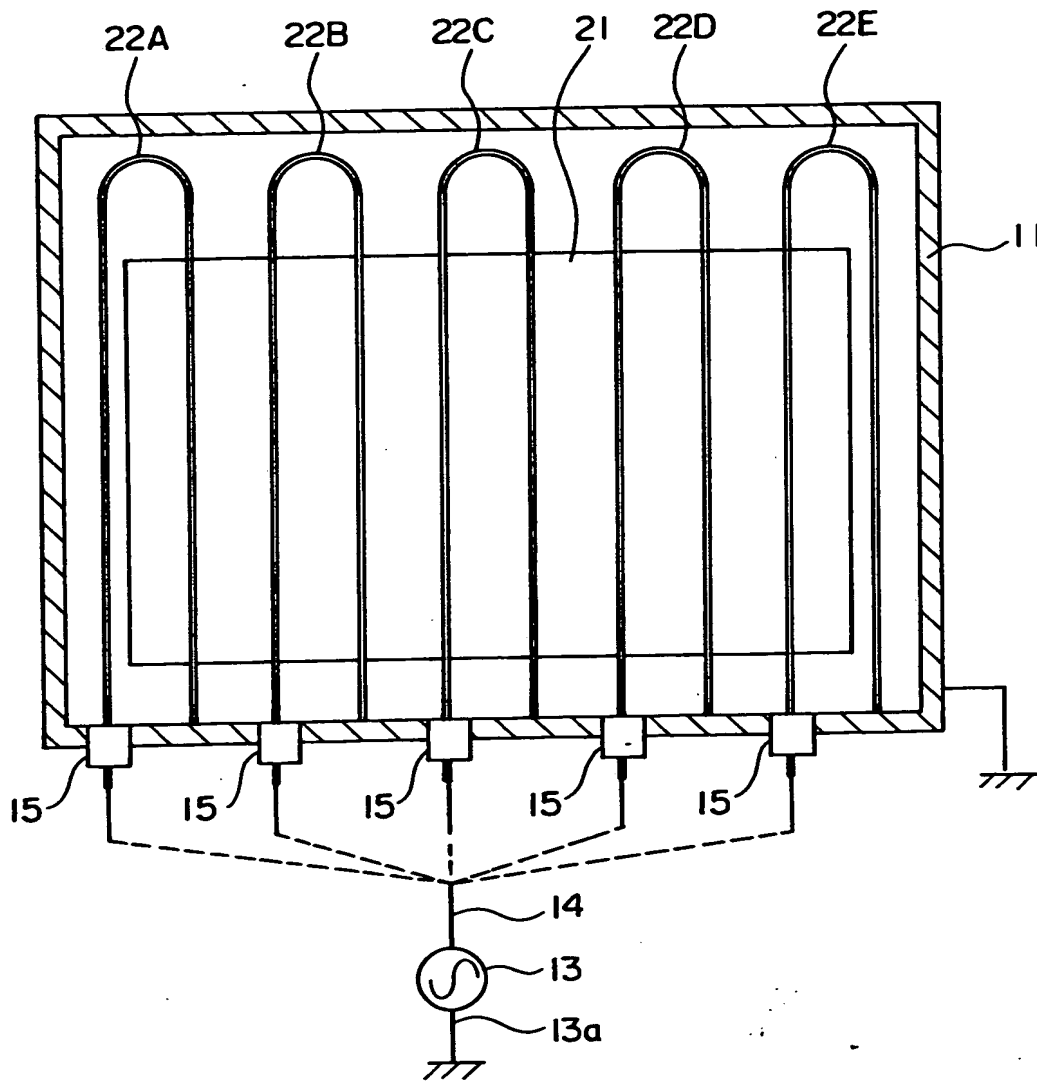


- 11 : 成膜チャンバ
- 12 : 電極
- 13 : 高周波電源
- 15 : 接続部
- 16 : 裏板
- 17 : 基板

【図2】

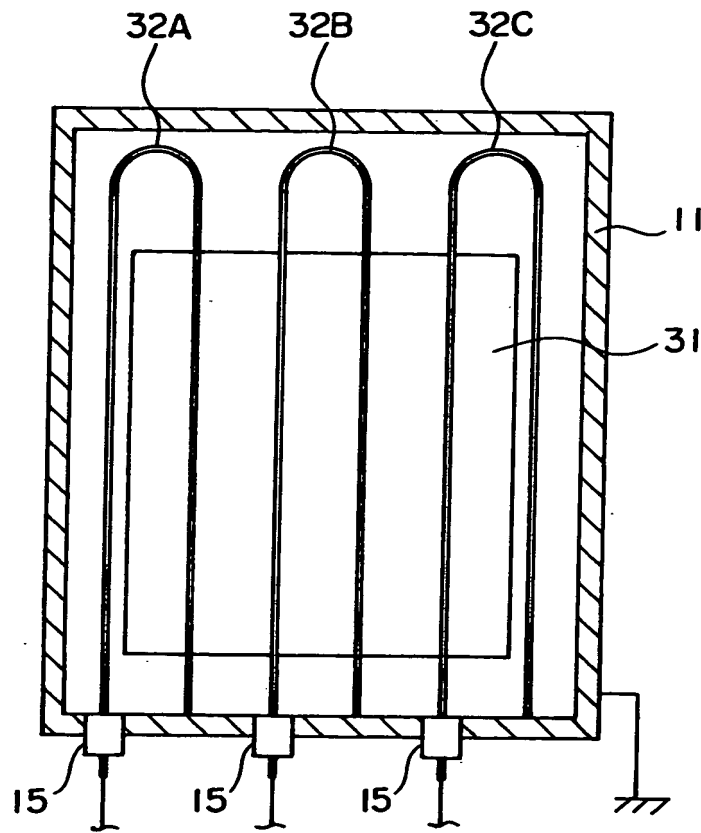


【図 3】



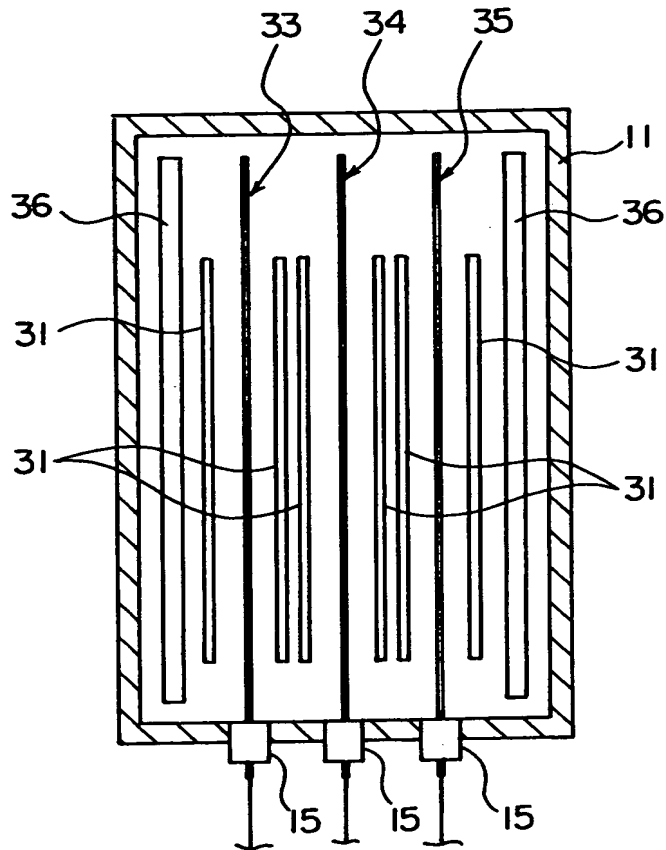
21 : 矩形基板  
22A ~ 22E : 電極

【図 4】



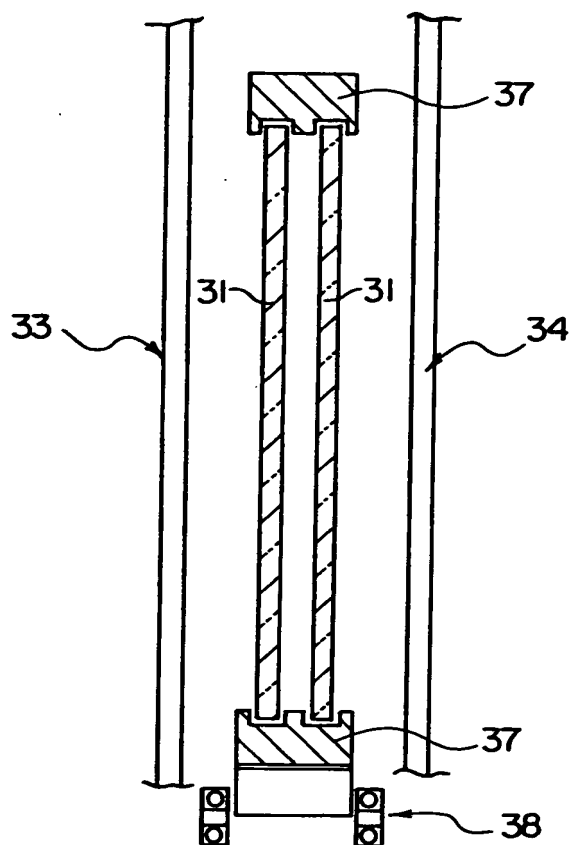
31 : 矩形基板  
32A~32C : 電極

【図5】



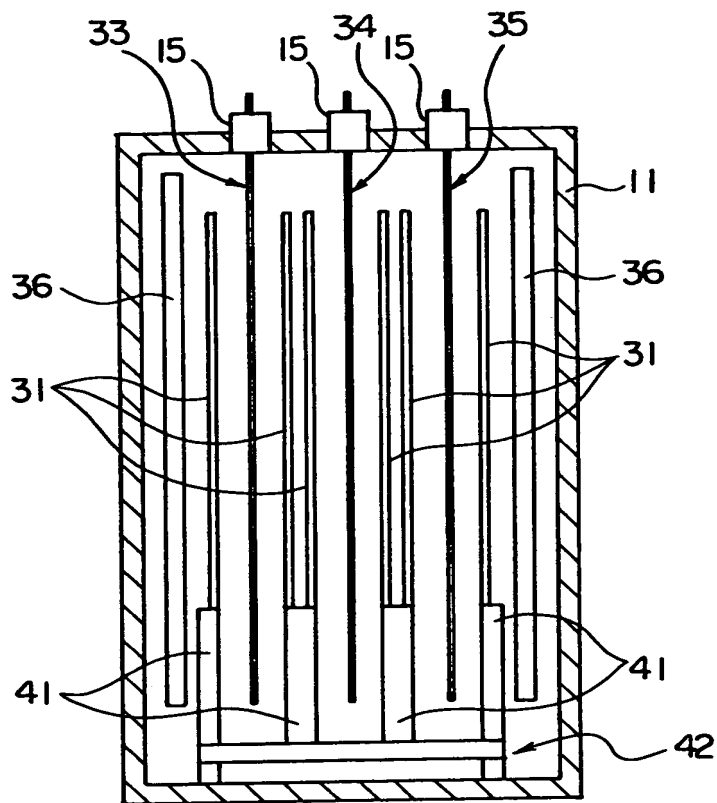
33~35 : 電極ユニット  
36 : ヒータ

【図 6】



37：サッシ状支持フレーム  
38：基板搬送機構

【図 7】



41 : 基板支持機構  
42 : 基板搬送機構

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内部電極方式で誘導結合型のプラズマCVD装置において定在波を制御可能な状態で積極的に活用し、定在波の位相を調整してプラズマの分布を良好に制御し、大面積基板の成膜に適したプラズマCVD装置を提供する。

【解決手段】 成膜チャンバ 1 1 内で基板 1 7 に対面して配置された誘導結合型の電極 1 2 を備え、この電極は線状導体をその中央部で一つの平面内に含まれるように折り返してU字型に形成され、電極の折り返された部分の長さは折り返された部分で定在波が立つように定められ、電極に対してその端部から高周波を給電し、折り返された部分で立つ定在波の位相を一致させる。これにより電極の折返し部で定在波を積極的に生じさせ、定在波の位相を一致させることにより、定在波が互いに打ち消し合って消滅する領域をなくし、均一な密度を有する良好なプラズマを生成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000227294]

1. 変更年月日	1995年11月24日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都府中市四谷5丁目8番1号
氏 名	アネルバ株式会社

